

4. The influence of the use of lighting sources of various types in industrial poultry farming on the productive qualities of laying hens / O.Yu. Ezhova, A.Ya. Senko, Yu.Yu. Astakhova et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; 79 (5): 268-269.

5. Galina Ch.R., Gadiev R.R., Kosilov V.I. Results of hybridization in goose breeding. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; 73(5): 265-268.

6. Probiotic feed additive Vetasporin-Active in the diet of broiler chickens / D.D. Khaziev, R.R. Gadiev, A.F. Sharipova et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; 74(6): 259-262.

7. Pogodaev V.A., Rozhentsova M.I. Payment for feed by the increase in live weight of young turkeys when using probiotics based on *Bifidobacterium bifidum*. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022. 94(2): 325-333. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-325-333>.

8. The use of biologically active substances in the diets of feeding broiler chickens / Yu.V. Matrosova, A.A. Ovchinnikov, L.Yu. Ovchinnikova et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022. 93(1): 287-289. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-287-291>

9. The effect of the drug SBA on the dynamics of the histological structure of the root of feathers and skin in ducks in the postnatal period of ontogenesis / E.O. Oganov, L.B. Inatullayeva, T.S. Kubatbekov et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017; 63(1): 124-127.

10. The effectiveness of the antiseptic drug Monclavit-1 in egg incubation / O. Ezhova, V. Kosilov, D. Vilver et al. // Topical issues of biotechnology and veterinary medicine: theory and practice: mater. national scientific conf. Inst. veterinarian. medicine / ed. M.F. Yudin. Troitsk, 2018. P. 90-96.

11. Kosilov V.I., Polkina A.S. The effectiveness of the use of probiotics Vetom 1.2 and Enzimsporin in goose breeding. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; 77(3): 276-279.

12. Polkina A.S. The effect of probiotics Vetom 1.2 and Enzimsporin on the productivity of geese of the parent herd. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019; 80(6): 294-297.

13. Vasil'eva N.V., Kuznetsov V.M. Egg production and egg-laying intensity of chickens when using a complex vegetable feed supplement. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 89(3): 326-330. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-89-3-326-330>.

14. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry / E.A. Skvortsov, O.A. Bykova, V.S. Mymrin et al. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018; 8(S-MRCHSPCL): 291-299.

15. The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat simmentals / S.D. Tyulebaev, M.D. Kadysheva, V.M. Gabidulin et al. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012188.

Оксана Юрьевна Ежова, кандидат биологических наук, старший преподаватель, oxsi-80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-8258>

Oksana Yu. Ezhova, Candidate of Biology, Senior Lecturer, oxsi-80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8785-8258>

Статья поступила в редакцию 03.05.2022; одобрена после рецензирования 18.05.2022; принята к публикации 18.05.2022.

The article was submitted 03.05.2022; approved after reviewing 18.05.2022; accepted for publication 18.05.2022.

Научная статья
УДК 636.5:631.572

Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при введении в рацион смеси незаменимых аминокислот с минеральными комплексами

Виктория Владимировна Гречкина

Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

Аннотация. Оценка отклонений в обмене макро- и микроэлементов, аминокислот, а также их коррекция являются перспективным направлением современной сельскохозяйственной биологии и ветеринарии, позволяющим решить ряд теоретических и практических вопросов, существенно влияющих на увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции. Экспериментальное исследование проведено на цыплятах-бройлерах кросса Арбор-Айкрес. Основными компонентами рациона птиц являлись такие незаменимые аминокислоты, как (на 1 кг корма): лизин (доза по группам – 2 и 3 г), метионин (2 и 3 г), к. треонин (3 и 4 г), триптофан (1 и 2 г). Цыплята второй опытной группы дополнительно получали минеральный комплекс, состоящий из сернокислого хрома $Cr_2(SO_4)_3 \times H_2O$ (0,38 мг/кг) и кобальта в форме $CoCO_3$ (0,57 мг/кг). Установлено, что коррекция рациона смесью незаменимых аминокислот и минерального комплекса в указанных дозах не вызывала побочных действий у цыплят-бройлеров и оказала положительное влияние на обменные процессы, что сопровождалось вариабельностью биохимических показателей. Наблюдалось снижение билирубинового индекса, коэффициента де Ритиса, мочевины и креатинина, увеличение общего белка, альбумина, глюкозы, триглицеридов и холестерина. Полученные результаты свидетельствовали об улучшении процессов пищеварения, основных видов обмена веществ,

повышении отдельных механизмов неспецифической резистентности организма птицы, положительном влиянии рациона на каталитическую активность желудка, кишечника.

Ключевые слова: птицеводство, цыплята-бройлеры, кормление, аминокислоты, минеральный комплекс, кровь.

Для цитирования: Гречкина В.В. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при введении в рацион смеси незаменимых аминокислот с минеральными комплексами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (95). С. 373–377.

Original article

Biochemical blood parameters of broiler chickens when introducing a mixture of essential amino acids with mineral complexes into the diet

Victoria V. Grechkina

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Abstract. Assessment of deviations in the metabolism of macro- and microelements, amino acids, as well as their correction is a promising area of modern agricultural biology and veterinary medicine, which allows solving a number of theoretical and practical issues that significantly affect the increase in agricultural production. An experimental study was carried out on broiler chickens of the Arbor-Aikres cross. The main components of the diet of birds were such essential amino acids as (per 1 kg of feed): lysine (dose by groups – 2 and 3 g), methionine (2 and 3 g), c. threonine (3 and 4 g), tryptophan (1 and 2 d). Chickens of the second experimental group additionally received a mineral complex consisting of chromium sulfate $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{H}_2\text{O}$ (0.38 mg/kg) and cobalt in the form of CoCO_3 (0.57 mg/kg). It was found that the correction of the diet with a mixture of essential amino acids and the mineral complex in the indicated doses did not cause side effects in broiler chickens and had a positive effect on metabolic processes, which was accompanied by variability in biochemical parameters. There was a decrease in the bilirubin index, de Ritis coefficient, urea and creatinine, an increase in total protein, albumin, glucose, triglycerides and cholesterol. The results obtained testified to the improvement of digestion processes, the main types of metabolism, the increase in certain mechanisms of nonspecific resistance of the bird's body, the positive effect of the diet on the catalytic activity of the stomach and intestines.

Keywords: poultry farming, broiler chickens, feeding, amino acids, mineral complex, blood.

For citation: Grechkina V.V. Biochemical blood parameters of broiler chickens when introducing a mixture of essential amino acids with mineral complexes into the diet. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022; 95(3): 373-377. (In Russ.).

Результаты последних исследований в области минерального питания доказали, что природные микро- и макроэлементы в отличие от неорганических способны решить многие проблемы и принести большую пользу здоровью и продуктивности животных и птицы [1–3]. Тщательный подбор в качестве добавок синтетических аминокислот может повысить общий аминокислотный баланс и снизить уровень сырого белка в рационе птицы [4]. Использование аминокислот в кормлении уменьшает потери азота при метаболизме белка, что приводит к низкой экскреции аммиака в окружающую среду и улучшает ростовые показатели птиц [5–7]. Кроме того, в рационе птицы аминокислоты должны быть сбалансированы, чтобы избежать потери энергии, которая может быть направлена на синтез жира [8].

Минералы и микроэлементы необходимы для многих биохимических реакций, присутствуют в качестве стабилизирующих компонентов ферментов и белков и участвуют как кофакторы для многих ферментов и могут поддерживать стабилизацию клеточных структур на оптимальном уровне, но их недостаточность может вызвать заболевания [9]. Макроэлементы идентифицируются как жизненно важные питательные

вещества, которые необходимы в следовых количествах для гомеостаза, регуляции ферментов и функционирования [11].

Для балансирования рационов птицы по минеральным элементам используют различные кормовые добавки, эффективность которых зависит от комплекса факторов: наличия в рационе нутриентов, их взаимодействия; вида минеральных добавок, соотношения между собой и другими питательными веществами [11, 12].

Цель исследования – провести сравнительное изучение биологических эффектов, связанных с включением в рацион смеси незаменимых аминокислот в сочетании с минеральным комплексом Co/Cr.

Материал и методы. Исследование проведено в условиях научного центра оценки и экспертизы ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ» и ЗАО «Птицефабрика Оренбургская». Объектом исследования служили цыплята-бройлеры кросса Арбор-Айкрес.

Кормление осуществлялось два раза в сутки, учёт кормов – ежедневно. Использовались компоненты рациона (на 1 кг корма): I опытная гр. – лизин, 2 г, + метионин, 2 г, + к. треонин, 3 г, + триптофан, 1 г; II опытная гр. – лизин, 3 г, + метионин, 3 г, + к. треонин, 4 г, + триптофан,

2 г, + сернокислый хром $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{H}_2\text{O}$ (0,38 мг/кг) и кобальт в форме CoCO_3 (0,57 мг/кг).

Микроклимат в помещении соответствовал ОНТП-4-88. Контроль над ростом особей осуществлялся еженедельно путём взвешивания каждой головы утром до кормления. Изучение обмена веществ и питательной ценности рационов проводилось в процессе балансовых опытов по методикам ВНИТИП [13]. Макро- и микроэлементный анализ исследовали методом атомно-абсорбционного анализа на приборе «Спектр 5-3». Анализ сыворотки крови проводили на полуавтоматическом анализаторе StatFax с использованием коммерческих наборов для ветеринарии «ДиаВетТест» (Россия).

Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием программы Excel. Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по *t*-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Введение в рацион смеси незаменимых аминокислот с минеральными комплексами привело к изменению биохимических показателей сыворотки крови, и эти изменения отразились на белковом, углеводном, липидном и минеральном обменах экспериментальных цыплят. Уровень общего белка и альбумина в сыворотке крови цыплят-бройлеров I опытной гр. увеличился на 34,39 и 40,39 %, II опытной – на 41,92 и 46,16 % соответственно относительно контрольной птицы. Концентрация глюкозы возросла в I опытной гр. на 39,9 %, во II опытной – на 31,74 % по сравнению с контролем.

Для нормального течения физиологических и биохимических процессов в организме имеет значение не только количество кальция и фосфора в крови, но и соблюдение соотношения между ними [14]. Соотношение Ca/P в крови птиц контрольной группы составляло 4,08, I опытной – 4,29 ($P < 0,05$), II опытной – 4,20.

В сыворотке крови птиц магний (как и кальций) содержится в виде двух основных фракций – ионизированной и связанной с белками [15]. Самое высокое значение магния было зафиксировано в крови бройлеров I опытной гр. – 1,59 ммоль/л, что было выше контрольных значений и у аналогов II опытной гр. на 11,19 и 4,69 % ($P < 0,05$) соответственно (рис. 1).

При измерении уровня минеральных веществ в сыворотке крови экспериментальной птицы были обнаружены значимые межгрупповые различия по содержанию уровня железа. Так, птица I опытной гр. превосходила по значению этого показателя цыплят II опытной гр. на 9,11 % ($P < 0,05$), аналогов контрольной гр. – на 30,07 % ($P < 0,05$). Железо необходимо для транспорта кислорода и пролиферации клеток, функционирует как ядро белков гема, таких, как миоглобин,

гемоглобин и цитохромы. Железо также имеет решающее значение в своей негемовой форме в железосернистых ферментах, таких, как сукцинатдегидрогеназа и НАДН-дегидрогеназа в окислительном метаболизме [16].

Показатели жирового обмена находились в пределах физиологической нормы. При этом у птиц II опытной гр. концентрация триглицеридов и холестерина увеличилась на 16,72 и 9,65 % ($P < 0,05$) относительно цыплят I опытной гр. Соотношение АСТ/АЛТ используется для оценки различных причин заболеваний печени, нарушения функции почек, сердечного напряжения и воспаления [17] (рис. 2).

Коэффициент де Ритиса в сыворотке крови бройлеров I и II опытных групп был ниже по сравнению с контрольной группой на 39,93 и 42,74 % соответственно ($P < 0,05$). Введение в рацион смеси аминокислот и Co/Cr привело к снижению билирубинового индекса у птиц I опытной гр. на 29,14 % и II опытной гр. – 31,13 % ($P < 0,05$) по сравнению с контролем. Изменения билирубинового индекса отразились на показателях креатинина и мочевины, которые

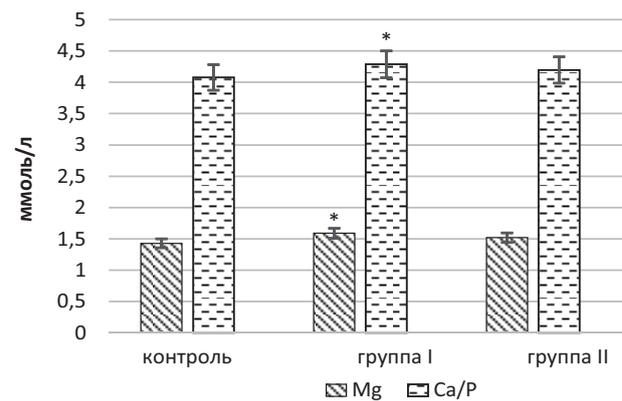


Рис. 1 – Содержание макроэлементов в сыворотке крови цыплят-бройлеров, $P < 0,05$

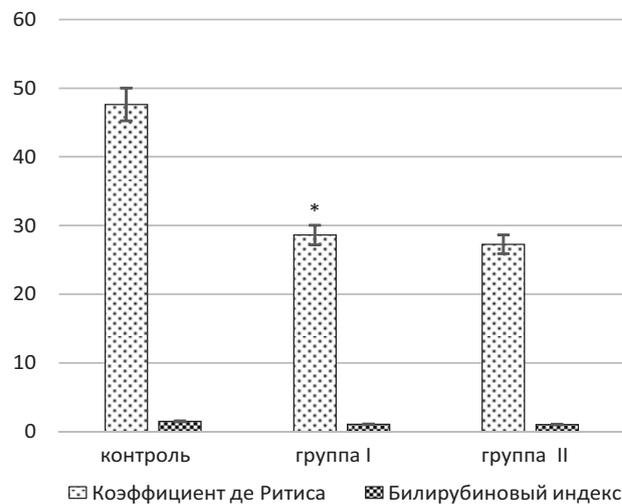


Рис. 2 – Расчётные индексы печени в сыворотке крови цыплят-бройлеров, $P < 0,05$

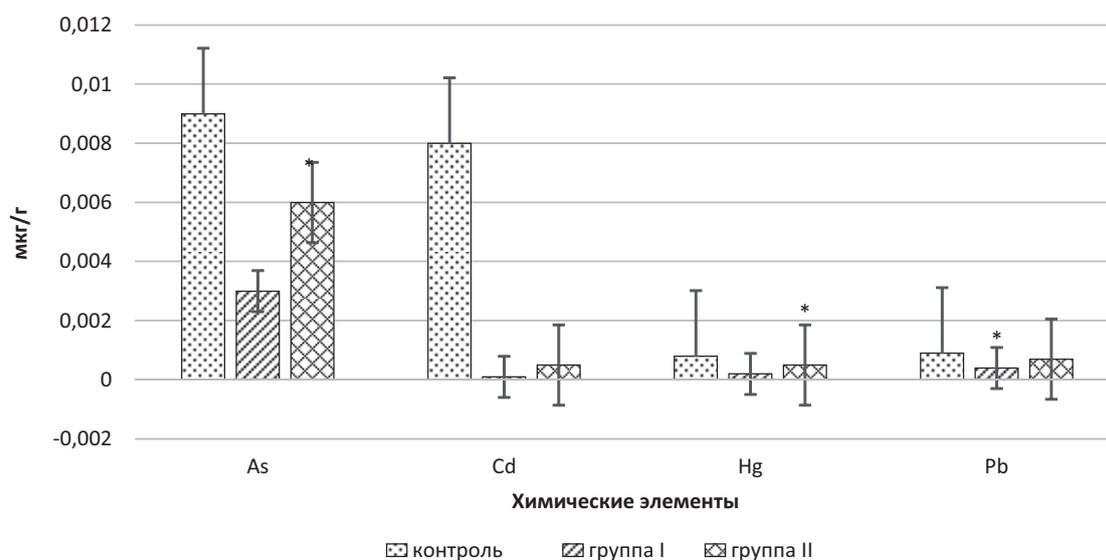


Рис. 3 – Концентрация химических элементов в крови цыплят, мкг/г, $P < 0,05$

стали ниже по сравнению с контрольными значениями в I опытной гр. на 21,42 и 18,74 %, во II опытной гр. – на 33,78 и 24,12 % ($P < 0,05$) соответственно.

При проведении анализа накопления токсичных элементов в крови, было установлено, что уровень As (66,67 %), Cd (87,50 %), Hg (75,02 %) и Pb (55,56) ($P < 0,05$) снижался у цыплят I опытной гр. по сравнению со сверстниками контрольной группы (рис. 3).

Уровень Sr понизился в крови цыплят I и II опытной гр. на 41,8 и 47,2 % ($P < 0,05$) соответственно по сравнению с контролем. Введение аминокислот в сочетании с минеральным комплексом Co/Cr (II опытной гр.) способствовало увеличению в крови цыплят B на 23,64 %, Fe – на 12,55 %, Mn – на 77,78 %, K – на 18,33 % по сравнению с контрольной группой. В крови птиц I опытной гр. по сравнению с контролем концентрация химических элементов была больше: Cr – 33,34 %, Cu – на 25,01 %, Li – на 40,02 %, Zn – на 9,84 %, Al – на 21,23 % при $P < 0,05$.

Вывод. По результатам анализа химических элементов в крови цыплят-бройлеров можно сделать заключение, что применение смеси аминокислот с минеральными комплексами в рационе не вызывает побочных действий в организме цыплят-бройлеров и оказывает положительное влияние на обменные процессы.

Список источников

1. Фицев А.И., Григорьев Н.Г., Гаганов А.П. Современная оценка энергетической и протеиновой питательности растительных кормов // Кормопроизводство. 2003. № 12. С. 29–32.
2. Wheat particle size, insoluble fibre sources and whole wheat feeding influence gizzard musculature and nutrient utilisation to different extents in broiler chickens / M.R. Abdollahi, F. Zaefarian, H. Hunt et al. *J Anim Physiol Anim Nutr*; 2019; 103(1): 146-161. <https://doi.org/10.1111/jpn.13019>

3. An approach to alternative strategies to control avian coccidiosis and necrotic enteritis / P. Adhikari, A. Kiess, i R. Adhikar et al. *J. Appl Poult Res.* 2020; 29(2): 515-534. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.11.005>

4. A comparison of the effects of resistant starch, fructooligosaccharide, and zinc bacitracin on cecal short-chain fatty acids, cecal microflora, intestinal morphology, and antibody titer against Newcastle disease virus in broilers / M. Akbaryan, A. Mahdavi, A. Jebelli-Javan et al. *Comp Clin Path.* 2019; 28(3): 661-667. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-02936-9>

5. Justification of rational and safe biotechnological methods of using fat additives from vegetable raw materials / V.V. Grechkina, S.V. Lebedev, I.S. Miroshnikov et al. *IOP: Earth and Environmental Science.* 2021; 624(1): 012160. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012160>

6. A dose-response study to evaluate the effects of pH-stable β -mannanase derived from *Trichoderma citrinoviride* on growth performance, nutrient retention, and intestine morphology in broiler chickens / A. Hosseindoust, S. Lee, Nho W. Gook et al. *Ital J Anim Sci.* 2019; 18(1): 147-154. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1500872>

7. Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals / R. Jha, J.M. Fouhse, U.P. Tiwari et al. *Front Vet Sci.* 2019; 6: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048>

8. Effects of dietary fiber levels on cecal microbiota composition in geese / Y. Li, H. Yang, L. Xu et al. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2018; 31(8): 1285-1290. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0915>

9. Koçer B., Bozkurt M., Ege G., Tüzün A.E. Effects of sunflower meal supplementation in the diet on productive performance, egg quality and gastrointestinal tract traits of laying hens. *Br Poult Sci.* 2021; 62(1): 101-109. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1814202>

10. Response of gut microbiota to dietary fiber and metabolic interaction with SCFAs in piglets / B. Liu, W. Wang, X. Zhu et al. *Front Microbiol.* 2018; 9: 2344. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02344>

11. Efficacy of dietary supplemental insoluble fibrous materials in ameliorating adverse effects of coccidial challenge in broiler chickens / A. Sadeghi, M. Toghyani, S.A. Tabeidian et al. *Arch Anim Nutr.* 2020; 74(5): 362-379. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2020.1764811>

12. Slama J., Schedle K., Wurzer G.K., Gierus M. Physicochemical properties to support fibre characterization

in monogastric animal nutrition. *J Sci Food Agric*. 2019; 99(8): 3895-3902. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9612>

13. Наставления по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы: метод. указание / И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, В.А. Манукян и др.; под общ. ред. акад. РАН В.И. Фисинина. СергиевПосад: ВНИТИП, 2016. 59 с.

14. Biotechnological aspects of the use of vegetable oils in the production of meat products / E.V. Sheida, S.V. Lebedev, I.Z. Gubaidullina et al. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021; 624: 012114. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012114>

15. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers / U.P. Tiwari, J.D. Berrocoso, A. Awati et al. *Poult Sci*. 2019; 98(11): 5571-5581. <https://doi.org/10.3382/ps/pez310>

16. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves / S. Lebedev, E. Sheida, I. Vershinina et al. *AIMS Agriculture and Food*. 2020; 6(1): 14-31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>

17. Zhang J., Cai K., Mishra R., Jha R. In ovo supplementation of chitooligosaccharide and chlorella polysaccharide affects cecal microbial community, metabolic pathways, and fermentation metabolites in broiler chickens. *Poult Sci*. 2020; 99(10): 4776-4785. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.061>

References

1. Fitsev AI, Grigoriev NG, Gaganov AP. Modern assessment of the energy and protein nutritional value of plant feeds. *Feed production*. 2003; 12: 29-32.

2. Wheat particle size, insoluble fibre sources and whole wheat feeding influence gizzard musculature and nutrient utilisation to different extents in broiler chickens / M.R. Abdollahi, F. Zaefarian, H. Hunt et al. *J Anim Physiol Anim Nutr*; 2019; 103(1): 146-161. <https://doi.org/10.1111/jpn.13019>

3. An approach to alternative strategies to control avian coccidiosis and necrotic enteritis / P. Adhikari, A. Kiess, R. Adhikar et al. *J. Appl Poult Res*. 2020; 29(2): 515-534. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.11.005>

4. A comparison of the effects of resistant starch, fructooligosaccharide, and zinc bacitracin on cecal short-chain fatty acids, cecal microflora, intestinal morphology, and antibody titer against Newcastle disease virus in broilers / M. Akbaryan, A. Mahdavi, A. Jebelli-Javan et al. *Comp Clin Path*. 2019; 28(3): 661-667. <https://doi.org/10.1007/s00580-019-02936-9>

5. Justification of rational and safe biotechnological methods of using fat additives from vegetable raw materials / V.V. Grechkina, S.V. Lebedev, I.S. Miroshnikov et al. *IOP: Earth and Environmental Science*. 2021; 624(1): 012160. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012160>

6. A dose-response study to evaluate the effects of pH-stable β -mannanase derived from *Trichoderma citrinoviride*

on growth performance, nutrient retention, and intestine morphology in broiler chickens / A. Hosseindoust, S. Lee, Nho W. Gook et al. *Ital J Anim Sci*. 2019; 18(1): 147-154. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1500872>

7. Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals / R. Jha, J.M. Fouhse, U.P. Tiwari et al. *Front Vet Sci*. 2019; 6: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00048>

8. Effects of dietary fiber levels on cecal microbiota composition in geese / Y. Li, H. Yang, L. Xu et al. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2018; 31(8): 1285-1290. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0915>

9. Koçer B., Bozkurt M., Ege G., Tüzün A.E. Effects of sunflower meal supplementation in the diet on productive performance, egg quality and gastrointestinal tract traits of laying hens. *Br Poult Sci*. 2021; 62(1): 101-109. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1814202>

10. Response of gut microbiota to dietary fiber and metabolic interaction with SCFAs in piglets / B. Liu, W. Wang, X. Zhu et al. *Front Microbiol*. 2018; 9: 2344. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02344>

11. Efficacy of dietary supplemental insoluble fibrous materials in ameliorating adverse effects of coccidial challenge in broiler chickens / A. Sadeghi, M. Toghyani, S.A. Tabeidian et al. *Arch Anim Nutr*. 2020; 74(5): 362-379. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2020.1764811>

12. Slama J., Schedle K., Wurzer G.K., Gierus M. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. *J Sci Food Agric*. 2019; 99(8): 3895-3902. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9612>

13. Nastavleniya po ispol'zovaniyu netraditsionnykh kormov v ratsionakh ptitsy: metod. Ukazaniye / I.A. Yegorov, T.N. Lenkova, V.A. Manukyan et al.; pod obshch. red. akad. RAN V.I. Fisinina. SerгиеvPosad: VNIITIP. 2016: 59.

14. Biotechnological aspects of the use of vegetable oils in the production of meat products / E.V. Sheida, S.V. Lebedev, I.Z. Gubaidullina et al. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021; 624: 012114. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012114>

15. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers / U.P. Tiwari, J.D. Berrocoso, A. Awati et al. *Poult Sci*. 2019; 98(11): 5571-5581. <https://doi.org/10.3382/ps/pez310>

16. Use of chromium nanoparticles as a protector of digestive enzymes and biochemical parameters for various sources of fat in the diet of calves / S. Lebedev, E. Sheida, I. Vershinina et al. *AIMS Agriculture and Food*. 2020; 6(1): 14-31. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021002>

17. Zhang J., Cai K., Mishra R., Jha R. In ovo supplementation of chitooligosaccharide and chlorella polysaccharide affects cecal microbial community, metabolic pathways, and fermentation metabolites in broiler chickens. *Poult Sci*. 2020; 99(10): 4776-4785. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.061>

Виктория Владимировна Гречкина, кандидат биологических наук, доцент, Viktoria1985too@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1159-0531>

Victoria V. Grechkina, Candidate of Biology, Associate Professor, Viktoria1985too@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1159-0531>

Статья поступила в редакцию 13.04.2022; одобрена после рецензирования 04.05.2022; принята к публикации 11.05.2022.

The article was submitted 13.04.2022; approved after reviewing 04.05.2022; accepted for publication 11.05.2022.